

BEST AVAILABLE COPY

(54) SURFACE EMITTING TYPE LIGHT EMITTING DIODE

(11) 1-204480 (A) (43) 17.8.1989 (19) JP

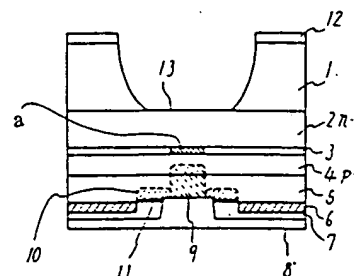
(21) Appl. No. 63-29440 (22) 9.2.1988

(71) NEC CORP (72) KIYOSHI ITO

(51) Int. Cl. H01L33/00

PURPOSE: To obtain a high efficiency of leading light out by forming a metal layer not heat-treated directly under a light emitting region, disposing ohmic electrodes on a region surrounding the layer, and providing a stepwisely diffused region sufficiently narrowing a current flowing to or from the electrodes in the emitting region.

CONSTITUTION: A diffused region is formed of a first diffused region 9 arriving at the interior of a second conductivity type clad layer 4 from the surface of a cap layer 5 and a second diffused region 10 arriving at the interior of the layer 5 from the surface of the adjacent layer 5 to the region 9, and ohmic electrodes 7 are formed on the region 10. Mirror-face metal layer is disposed as a reflecting layer 8 directly under a light emitting region, ohmically contacted at the periphery of the layer 8, and the current is sufficiently narrowed at the emitting region due to the presence of the regions 9, 10. Thus, the reflectivity of a rear face is controlled to about 1, and a high efficiency of leading light out can be obtained with good reproducibility.



a: light emitting region, 1: substrate, 2: n-type clad layer, 3: active layer, 6: insulating film, 11: alloy layer

257-95

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-204480

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)8月17日

H 01 L 33/00

A-7733-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 面発光型発光ダイオード

⑮ 特 願 昭63-29440

⑯ 出 願 昭63(1988)2月9日

⑰ 発 明 者 伊 藤 深 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

面発光型発光ダイオード

2. 特許請求の範囲

第1導電型の半導体基板に、順に第一導電型のクラッド層、第1または第2導電型の活性層、第2導電型のクラッド層、第1導電型のキャップ層が形成され、該キャップ層表面から該第2導電型クラッド層の内部まで到達する第2導電型の不純物拡散領域を有し、さらに該キャップ層表面には熱処理によるオーミック電極を有する面発光型発光ダイオードにおいて、前記拡散領域が、キャップ層表面から第2導電型クラッド層の内部まで到達する第1の拡散領域と、該第1の拡散領域に隣接したキャップ層表面から該キャップ層内部まで到達する第2の拡散領域の2つの領域から成っており、さらに前記オーミック電極は、該キャップ層表面の第2の拡散領域表面に形成し、該キャッ

プ層表面の第1の拡散領域表面には、オーミックコンタクトをとるための熱処理を施していない金属層を形成してあることを特徴とする面発光型発光ダイオード。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、面発光型発光ダイオードに関し、特に高い光取り出し効率が得られる素子構造に関する。

〔従来の技術〕

従来、この種の面発光型発光ダイオードは、発光領域で等方的に放射される光のうち、裏面側に放射された光も、裏面側のオーミック電極と結晶との界面で反射され、その一部は光取り出し面を通して、空気中に取り出され、利用される構造となっている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述した従来の面発光型発光ダイオードを0.8 μ m帯AlGaAs発光ダイオードを例に挙げ、図により

特開平1-204480(2)

説明する。第3図は、その縦断面図である。n型GaAs基板(1)上に、順にn-Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層(2)、p-Al_{0.05}Ga_{0.95}As活性層(3)、p-Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層(4)、n-Al_{0.15}Ga_{0.85}Asキャップ層(5)の4層が形成され、SiO₂等によってマスクし、発光部直下の領域に限定して、キャップ層表面より、p-クラッド層(4)の中程までZn等の拡散を行い、拡散領域(16)を形成する。その後、拡散していないキャップ層表面には、拡散マスクのピンホールなどによる不要な拡散領域から流れる無効電流を防ぐために、SiO₂等の絶縁膜(6)を形成し、キャップ層(5)の拡散表面には、AuZn等を蒸着して熱処理を行いp-オーミック電極(15)を形成する。この熱処理によってアロイ層(11)が形成される。また、n型GaAs基板は、発光領域で放射される光に対して吸収体となるので、発光領域直上において、部分的に、n-クラッド層まで取り除かれ、光取出し面(13)が形成される。残ったn型GaAs基板表面には、n-オーミック電極(12)が形成される。

凹凸が発生し、反射率を小さくしてしまうという欠点があった。従来技術では、R_b=0.7程度である。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の面発光型発光ダイオードは、光取り出し効率を高くすることを目的として、発光領域直下には、熱処理を施していない金属層を形成し、それを取り囲む領域にオーミック電極を配置し、さらに、オーミック電極より流入あるいは流出する電流を発光領域において十分狭窄出来るような段階的な拡散領域を有している。

〔作用〕

上述した従来の技術では、活性層で放射される光のうち、裏面側に放射される光も、裏面側オーミック電極界面で反射され利用されるが、電極界面での反射率は、結晶と金属の界面の凹凸に大きく依存しており、オーミックコンタクトをとるための熱処理により、界面に凹凸が発生し、反射率が低下する。また凹凸の発生の再現性も悪く、光取出し効率のばらつきの原因となっている。本発

明は、発光領域で等方的に放射された光は、反射率R_fを持つ光取出し面(13)と、反射率R_bをもつ裏面側オーミック電極界面の両反射面間で多重反射された後、光取出し面(13)の全反射立体角内に入る光が光取出し面(13)より結晶外部に取出される。この全反射立体角内に入る光の割合を η_c 、多重反射を介して結晶外部に取出される光の割合を η_m とすると、光取出し効率 η_{ext} は、

$$\eta_{ext} = \eta_c \eta_m$$

と表され、 η_m は、

$$\eta_m = \frac{(1-R_f)(1+R_b)}{2(1-R_f R_b)}$$

と表される。AlGaAs発光ダイオードの場合、屈折率3.6のAlGaAsと空気の界面では、R_f~0.32となり、一方R_bは、裏面側オーミック電極界面の凹凸の状態によって決る。例ば、R_b=0.5のとき $\eta_m=0.6$ 、R_b=1.0のとき $\eta_m=1.0$ となるように η_m すなわち η_{ext} はR_bの値に大きく依存するが、従来技術では、結晶と金属のオーミックコンタクトをとるための、熱処理によって界面に

明では、発光領域直下に、積極的に反射層として、碗面状の金属層を配置し、オーミックコンタクトは、反射層の周辺でとり、しかも拡散領域の存在により発光領域では十分な電流狭窄が可能な構造となっているという特徴を有する。これにより裏面での反射率を1に近いところに制御でき、高い光取出し効率を再現性よく実現出来る。

〔実施例1〕

次に、本発明について、0.8 μ m帯AlGaAs発光ダイオードを例に挙げ、具体的に説明する。第1図は、本発明の一実施例の縦断面図である。n-GaAs基板(1)上に、順に、n-Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層(2)、p-Al_{0.05}Ga_{0.95}As活性層(3)、p-Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層(4)、n-Al_{0.15}Ga_{0.85}Asキャップ層(5)の各層を形成した後、SiO₂等によってマスクし、第2の拡散領域(10)をキャップ層の中程まで形成する。同様にして、第1の拡散領域(9)をクラッド層(4)の中程まで形成し、拡散していないキャップ層表面には、SiO₂等の絶縁膜(6)を形成し、表面にAuZn等を蒸着して、熱処

理を行い、その後、第1のアロイ層を第2の拡散さらに、表する。GaA(13)を形成ある。実施ものを利用上記のようい裏面反射オードに比ける。

〔実施例2〕

第2図は2る。本実施例てn-Al_{0.15}らにn-GaA第1の拡散膜(6)、p-オ

4. 図面の簡明

第1図は本の実施例を示図である。図
1.....n型
クラッド層、
4.....p-Al
Al_{0.15}Ga、
緑膜、7.....
9.....第1の
11.....アロ
13.....光取
ャップ層、1
...拡散領域、

代理人

平1-204480 (2)

光は、反射率 R_f 、率 R_b をもつ表面側間で多重反射され、立体角内に入る光が取出される。このとき、多重反射による光の割合を η_m と

ダイオードの場合、界面では、 $R_f \sim$ 表面側オーミック電極。例は、 $R_b=0.5$ 、 $\eta_m=1.0$ となる。 R_b の値に大きく依存し、金属のオーミック電極処理によって界面に

積極的に反射層として、オーミックコンタクトし、しかも拡散領域の存在、電流決りが可能な構造有する。これにより、高に実現出来る。

0.8 μ m 帯 AlGaAs 発具体的に説明する。第1の縦断面図である。n- $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ クラッド層(4)、n- $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 活性層(3)、p- $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ クラッド層(4)、n- $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ キャップ層(5)、6 SiO_2 絶縁膜、7 p-オーミック電極 、8 反射層 、9 第1の拡散領域 、10 第2の拡散領域 、11 アロイ層 、12 n-オーミック電極 、13 光取り出し面 、14 n-GaAs第2キャップ層 、15 p-オーミック電極 、16 第1の拡散領域 、をそれぞれ示す。

理を行い p-オーミック電極 (7)を形成する。その後、第1の拡散領域表面の熱処理によってできたアロイ層をリソグラフィ技術を用いて取り除き、第2の拡散領域表面のアロイ層(11)だけを残す。さらに、表面にAu等を蒸着し、反射層(8)を形成する。GaAs基板(1)をエッチングして光取出し面(13)を形成すると電極12の形成は従来通りである。実施例では、結晶構造は、従来技術と同じものを利用することができ、ウェーブプロセスを上記のように変更するだけで、 $R_b=0.9$ 程度の高い表面反射率が得られ、従来技術の面発光型ダイオードに比べて約20%増の光取出効率が期待できる。

(実施例2)

第2図は本発明の第2の実施例の縦断面図である。本実施例では前述の実施例の積層構造に加え、n- $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 第1キャップ層(5)の上にさらにn-GaAs第2キャップ層(14)が成長してある。第1の拡散領域(9)、第2の拡散領域(10)、 SiO_2 絶縁膜(6)、 p-オーミック電極 (7)は前述の実施例と同様に形成する。その後n-GaAs第2キャップ(14)表面の第1の拡散領域表面のアロイ層を、アンモニア過酸化水素系のGaAs選択エッチング液を用いてエッチングすると、エッチングは、 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 第1キャップ層(5)表面で止り、その後反射層(8)を形成する。本実施例では、結晶は5層成長となるが、アロイ層のエッチング条件の設定が容易で、さらにエッチング表面の凹凸も小さく、 $R_b=0.9$ 以上の高い表面反射率が実現でき、従来技術と比べて、光取出効率が20%以上の増加が見込まれる。

以上説明したように本発明は、発光領域直下に鏡面状の反射層を形成することにより、表面反射率を高め、高い光取出し効率を得ることができる効果がある。

(発明の効果)

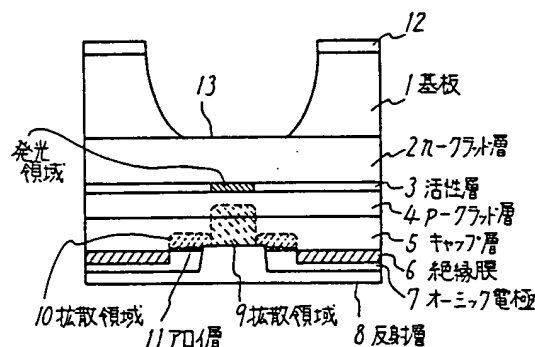
なお、本発明の実施例においては、0.8 μ m 帯 Al-GaAs 発光ダイオードについて述べたが、1 μ m 帯 InP 発光ダイオードにおいても、本発明が適用される。

4. 図面の簡単な説明

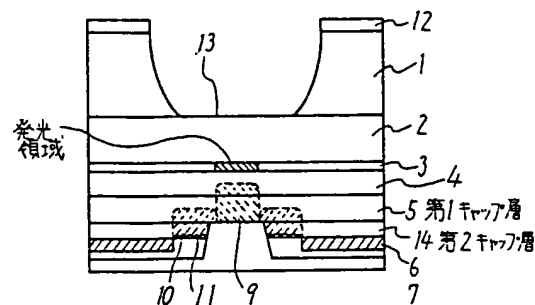
第1図は本発明の第1の実施例、第2図は第2の実施例を示す図、第3図は従来の構造例を示す図である。図において、

1 n型GaAs基板 、2 $\text{n-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{Asクラッド層}$ 、3 $\text{p-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{Asクラッド層}$ 、4 $\text{n-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As活性層}$ 、5 $\text{n-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{Asキャップ層}$ 、6 SiO_2 絶縁膜、7 p-オーミック電極 、8 反射層 、9 第1の拡散領域 、10 第2の拡散領域 、11 アロイ層 、12 n-オーミック電極 、13 光取り出し面 、14 n-GaAs第2キャップ層 、15 p-オーミック電極 、16 第1の拡散領域 、をそれぞれ示す。

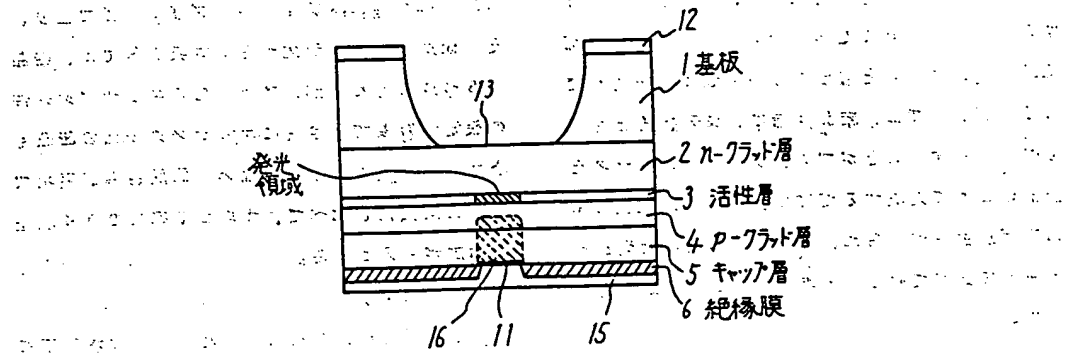
代理人 井理士 内原 晋



第1図



第2図



第 3 図